

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Кафедра електричної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

_____ Леонід Бачурін

«_____» _____ 20__ р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ОК23 Теплотехнічні процеси в технічних системах**

Рівень освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Теплотехнічні процеси в технічних системах» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування (ОПП «Обладнання харчових, переробних та хімічних виробництв», бакалавр)

« ____ » _____ 2021 року, 8 с.

Розробник: Нємцев Е.М., старший викладач кафедри електричної інженерії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електричної інженерії

Протокол № 3 від « 30 » 09 2021 р.

Завідувач кафедри електричної інженерії

_____ к.т.н., доц. Колларов О.Ю.

(підпис)

« ____ » _____ 20__ р

Схвалено Науково-методичною комісією галузі знань 13 Механічна інженерія

Протокол № ____ від « ____ » _____ 20__ р.

« ____ » _____ 20__ р. Голова _____ (_____) (підпис) (прізвище та ініціали)

1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Циклу професійної підготовки	
Обсяг в кредитах ЄКТС	6	6
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	180	180
лекції:	32	6
практичні заняття:	32	6
лабораторні заняття:	–	–
семінари:	–	–
самостійна робота:	116	168
Форма підсумкового контролю	Екзамен	
Дисципліну викладають	Немцев Едуард Миколайович http://elin.donntu.edu.ua eduard.niemtsev@donntu.edu.ua	

Передумови для вивчення дисципліни: «Вища математика», «Фізика», «Хімія».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Теплотехнічні процеси в технічних системах» є формування у студентів знань та умінь в області тепломасообмінних процесів і принципів дії промислових теплообмінних апаратів, сушильних та випарних установок, ректифікаційних агрегатів, методик їх розрахунків та аналізу режимів роботи.

Дисципліна «Теплотехнічні процеси в технічних системах» вивчається у п'ятому семестрі освітньої програми поряд з дисциплінами «Механіка дискретних матеріалів», «Гідравліка», «Деталі машин», «Технологічні основи машинобудування».

Фахові компетентності:

ФК1. Базові знання про опір матеріалів; зовнішні й внутрішні сили; розтяг і стиск; механічні характеристики матеріалів; критерії міцності; зсув; кручення; згин.

Програмні результати навчання:

ПРН4. Застосовувати методи технологічного і кінематичного розрахунку технічних параметрів і характеристик машин і апаратів.

3. Очікувані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Теплотехнічні процеси в технічних системах» студент повинен:

знати:

- основні поняття і закони термодинаміки і тепломасообміну;
- основні теплотехнічні процеси, які проходять у промислових тепломасообмінних апаратах;
- класифікацію тепломасообмінних апаратів;
- принципи роботи тепломасообмінних апаратів;
- конструктивне оформлення і характеристику агрегатів, які використовуються в промисловості.

вміти:

- виконувати розрахунки основних процесів та апаратів;
- визначати основні розміри машин та їх елементів;
- вибрати економічні режими роботи тепломасообмінних апаратів;
- виконувати техніко-економічний аналіз процесів та апаратів.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами представлення результатів навчання дисципліни «Теплотехнічні процеси в технічних системах» є:

– екзамен, що проводиться у письмовій формі в обсязі матеріалу, визначеного навчальною програмою дисципліни «Теплотехнічні процеси в технічних системах» і в терміни, встановлені навчальним планом.

– розрахункова робота на тему «Визначення областей використання тепло- і масообмінних апаратів та параметрів їх роботи».

– на практичних заняттях, шляхом проведення опитування для оцінки рівня засвоєння студентом поточної теми. Поточний контроль має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Контроль за навчально-пізнавальною діяльністю здійснюється у фронтальній, груповій, індивідуальній формах, перевірки виконання ситуативних задач тощо. Оцінка наданих відповідей здійснюється шляхом виставлення відповідних балів, які сумуються протягом семестру.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Під час семестрового контролю враховуються результати виконання практичних робіт та якості виконання індивідуального завдання відповідно до розподілу балів, які отримують студенти:

– д.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	ІНДЗ	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
3	3	3	3	3	3	3	3	16	40	60	100
2	2	2	2	2	2	2	2	8	24	60	84

– з.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	ІНДЗ	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
5	–	5	5	–	5	5	5	10	40	60	100
3	–	3	3	–	3	3	3	6	24	60	84

Примітки: 1) Пр1, Пр2 і т.д практичні роботи;

2) У числівнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоечасному виконанні).

Оцінювання проводиться з урахуванням вимог «Положення про організацію освітнього процесу». Результати підсумкового контролю оцінюються за 100-бальною шкалою та чотирибальною («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6 Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. Класифікація промислових теплотехнологічних процесів та установок.

Класифікація теплообмінних апаратів за призначенням, принципом дії, фазовим станом теплоносіїв, конструктивним та іншим ознакам. Взаємозв'язок теплових та технологічних процесів в різних галузях промисловості.

Тема 2. Класифікація і властивості теплоносіїв

Класифікація теплоносіїв за призначенням, агрегатним станом і діапазоном робочих температур і тисків. Приклади використання теплоносіїв в залежності від призначення виробничих процесів. Вибір теплоносія з точки зору технічної та економічної доцільності їх застосування.

Тема 3. Основні принципи аналізу та розрахунків теплотехнологічних процесів та установок.

Задачі розрахунків. Послідовність розрахунків. Основні закони, які використовуються в аналізі та розрахунках процесів та апаратів. Інтенсивність процесів та апаратів. Техніко-економічна оцінка процесів та апаратів. Вимоги до створюваних та модернізуємих установок.

Тема 4. Рекуперативні теплообмінні апарати

Рекуперативні теплообмінні апарати: кожухотрубчасті теплообмінники, секційні теплообмінники; спіральні теплообмінники; зрошувальні теплообмінники; випарники і пароутворювачі. Призначення. Класифікація. Схеми та конструкції.

Тема 5. Методика розрахунків рекуперативних теплообмінних апаратів

Методики розрахунків теплообмінних апаратів безперервної дії: теплові - конструктивний та перевірочний, гідравлічний, компоновальний, механічний, техніко-економічний. Методи інтенсифікації теплообміну. Рекуперативні апарати періодичної дії. Особливості застосування схем руху теплоносіїв у теплообмінниках.

Тема 6. Регенеративні теплообмінні апарати.

Регенеративні теплообмінні апарати і установки з нерухомою та рухомою насадкою та проміжним теплоносієм. Апарати з псевдозрідженим шаром. Конструкції та особливості розрахунків.

Тема 7. Змішувальні теплообмінні апарати

Змішувальні апарати безперервної дії. Особливості розрахунків змішувальних теплообмінних апаратів. Тепловий розрахунок порожнистого безнасадкового скрубера. Тепловий розрахунок скрубера з насадкою.

Тема 8. Випарні установки

Випарні установки та їх застосування. Властивості розчинів. Способи випарювання. Конструкції випарних апаратів та установок. Тепловий та матеріальний баланси процесу випарювання в однокорпусній випарці. Багатокорпусне випарювання.

Тема 9. Конструктивні матеріали. Гідравлічні та механічні розрахунки теплообмінних апаратів.

Матеріали для теплообмінних апаратів. Гідравлічні розрахунки теплообмінників.

Розрахунок на міцність елементів теплообмінних апаратів.

Тема 10. Розрахунки випарних апаратів.

Методика розподілу корисної різниці температур між корпусами багатокорпусної випарки. Техніко-економічний розрахунок випарної установки.

Тема 11. Сушіння та сушильні установки

Способи сушіння. Класифікація форм зв'язку вологи з матеріалом. Властивості об'єктів сушки та сушильних агентів. Кінетика та динаміка сушки. Розрахунки тривалості сушіння. Матеріальний та тепловий баланси процесу сушіння.

Тема 12. Розрахунки сушильних установок.

Аналітичні та графоаналітичні методи розрахунку процесів сушіння та сушарок. Схеми установок та варіанти організації процесів сушіння.

Тема 13. Допоміжне обладнання теплообмінних та сушильних установок

Пристрої для відведення конденсату, баки. Брудоочисні пристрої, насоси. Пилоочисні пристрої. Обладнання для переміщення рідин. Бризковіддільники.

Тема 14. Ректифікаційні установки

Ректифікаційні установки. Фізико-хімічні властивості бінарних сумішей. Теорія процесу ректифікації. Схеми ректифікаційних установок. Конструкції ректифікаційних колон. Визначення числа тарілок в колоні. Тепловий баланс і визначення витрат пари в ректифікаційних установках безперервної дії.

Тема 15. Теплообмінні апарати з несталим тепловим режимом.

Рекуперативні апарати періодичної дії. Тепловий розрахунок рекуперативного теплообмінного апарата з несталим режимом. Регенеративні теплообмінники. Теплові розрахунки регенераторів. Апарати з киплячим шаром.

Тема 16. Компактні теплообмінники та теплові труби і термосифони.**6.2. Теми практичних (семінарських) занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Практичне заняття 1 (до теми 2). Вибір теплоносія з точки зору технічної та економічної доцільності їх застосування.	4	1
2	Практичне заняття 2 (до теми 3). Особливості застосування схем руху теплоносіїв у теплообмінниках.	4	—
3	Практичне заняття 3 (до теми 4). Тепловий розрахунок рекуперативних теплообмінних апаратів.	4	1
4	Практичне заняття 4 (до теми 8). Тепловий розрахунок випарних апаратів.	4	1
5	Практичне заняття 5 (до теми 10). Складання теплових балансів випарних апаратів.	4	—
6	Практичне заняття 6 (до теми 11). Вивчення конструкцій сушарок.	4	1
7	Практичне заняття 7 (до теми 12). Розрахунок процесу сушіння матеріалів.	4	1
8	Практичне заняття 8 (до теми 14). Розрахунок ректифікаційних установок.	4	1
Усього годин		32	6

6.3. Теми лабораторних занять

Навчальним планом не передбачено.

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Тема 1. Класифікація промислових теплотехнологічних процесів та установок.	6	9
2	Тема 2. Класифікація і властивості теплоносіїв.	6	9
3	Тема 3. Основні принципи аналізу та розрахунків теплотехнологічних процесів та установок.	6	9
4	Тема 4. Рекуперативні теплообмінні апарати	6	9
5	Тема 5. Методика розрахунків рекуперативних теплообмінних апаратів	6	9
6	Тема 6. Регенеративні теплообмінні апарати.	6	9
7	Тема 7. Змішувальні теплообмінні апарати	6	9
8	Тема 8. Випарні установки	6	9
9	Тема 9. Конструктивні матеріали. Гідравлічні та механічні розрахунки теплообмінних апаратів.	6	9
10	Тема 10. Розрахунки випарних апаратів.	6	9

11	Тема 11. Сушіння та сушильні установки	6	9
12	Тема 12. Розрахунки сушильних установок.	6	9
13	Тема 13. Допоміжне обладнання теплообмінних та сушильних установок	6	9
14	Тема 14. Ректифікаційні установки	6	9
15	Тема 15. Теплообмінні апарати з несталим тепловим режимом.	6	9
16	Тема 16. Компактні теплообмінники та теплові труби і термосифони.	6	9
17	Виконання індивідуальної роботи	20	24
	Усього годин	116	168

6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Індивідуальна робота з дисципліни «Теплотехнічні процеси в технічних системах» виконується студентами у вигляді розрахунково-графічної роботи «Визначення областей використання тепло- і масообмінних апаратів та параметрів їх роботи». Методика розрахунків та варіанти завдань наведені в представлених нижче методичних рекомендаціях та в рекомендованій літературі.

7. Література

7.1. Основна

1. Константинов С.М., Панов Є.М. Теоретичні основи теплотехніки: Підручник. – К.: «Золоті Ворота», 2012. – 592 с.
2. Пінчук В. О., Шарабура Т. А. Тепломасобмін. Частина 1: Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 52 с.
3. Пінчук В. О., Шарабура Т. А. Тепломасобмін. Частина 2: Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2019. – 56 с.
4. Пінчук В. О., Шарабура Т. А. Тепломасообмін. Частина 3: Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2019. – 46 с.
5. Пінчук В. О., Шарабура Т. А. Тепломасообмін. Частина 4: Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2020. – 63 с.
6. Теплоенергетичні установки і системи: навч. посіб. / Горобець В. Г.; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – Київ: Компрінт, 2018. – 392 с.

7.2. Допоміжна

1. 1. Промышленные тепломасообменные процессы и установки. Под ред. А.М. Бакластова. М.: Энергоатомиздат. 1986 – 327с.
2. Бакластов А.М. и другие. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплообменных установок. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 336 с.
3. Лебедев П.Д. Теплообменные, сушительные и холодильные установки, М.: Энергия. 1972. – 320 с.
4. Лебедев П.Д., Щукин А.А. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий /Курс. проектирование/. М.: Энергия, 1970 – 408с.
5. Григорьев В.А., Зорин В.Н. Справочник. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. – М.: Энергоатомиздат, 1991, книга 4.
6. Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.Н. Теплообменные аппараты ТЭС. – М: МЭИ, 2005. – 260 с.
7. Елизаров Д.П. Теплоэнергетические установки электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 1982.

7.3. Методична

1. Методичні рекомендації до проведення практичних занять, виконання індивідуальної роботи та самостійного вивчення дисципліни «Теплотехнічні процеси в технічних системах» – у розробці.

8. Інформаційні ресурси

1. www.teplota.org.ua – ресурс теплоенергетичного напрямку для студентів та інженерів-проектантів.
2. www.khstu.tgv – ресурс кафедри теплогазопостачання та вентиляції Хабаровського державного технічного університету (інформаційно-довідковий та бібліотека).
3. http://www.dstu.dp.ua:8080/Portal/WWW/docz.php?id_pred=1720&id_spez=32&bsm=&id_fac=6&kurs=3 – сайт енергетичного факультету Дніпровського державного технічного університету.
4. <http://www.twirpx.com/file/1175689/> – навчальний посібник-практикум, що містить методичні рекомендації, приклади розрахунку, контрольні питання кожного розділу, список літератури, а також додатки, в яких подано довідково-інформаційні матеріали, необхідні для проведення розрахунків.